

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-153674

(43)Date of publication of application : 08.06.1999

(51)Int.Cl.

G01V 3/10
G01B 7/00

(21)Application number : 09-317495

(71)Applicant : YOTSUGI KK

(22)Date of filing : 18.11.1997

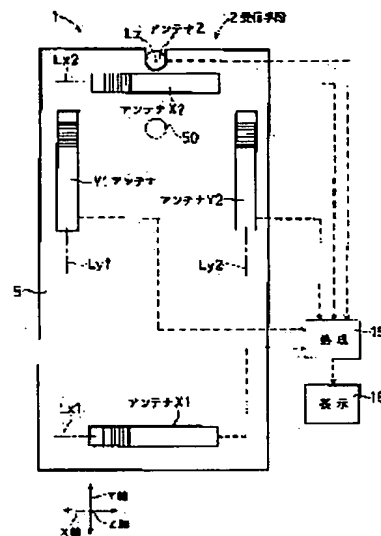
(72)Inventor : TOMINAGA TAKAHIRO

(54) BURIED OBJECT DETECTOR

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a buried object detector capable of detecting the part extending to different direction from the extending direction in the case where the buried object is supposed to have extending part in the different direction from the extending direction.

SOLUTION: A current is generated in a buried object, buried pipe and an electromagnetic wave emitted by this is received with a plurality of reception antennas X1, X2; Y1, Y2; Z of a reception means 2. Each reception antenna X1, X2; Y1, Y2; Z is bar antenna and has axis lines Lx1, Lx2; Ly1, Ly2; Lz respectively parallel to X-axis, Y-axis and Z-axis mutually perpendicular. Even if the buried pipe extends to any direction, the axis line of at least one reception antenna is twisted position of the axis line of buried pipe. When each reception antenna X1, X2; Y1, Y2; Z is in the twisted position, electromagnetic wave may be received. Thus, even in the case the buried pipe has the extending part different from the extending direction, that part can be detected.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 06.08.1999

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 25.12.2001

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-153674

(43) 公開日 平成11年(1999) 6月8日

(51) Int.Cl.⁶

識別記号

F I

G 0 1 V 3/10

G 0 1 V 3/10

B

G 0 1 B 7/00

G 0 1 B 7/00

D

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 17 頁)

(21) 出願番号

特願平9-317495

(22) 出願日

平成9年(1997)11月18日

(71) 出願人 000115382

ヨツギ株式会社

大阪府大阪市西区立売堀4丁目5番21号

(72) 発明者 富永 孝弘

大阪府大阪市西区立売堀4丁目5番21号

ヨツギ株式会社内

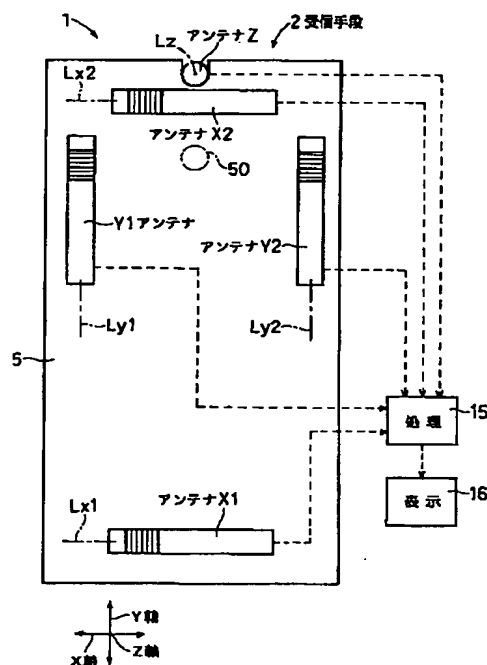
(74) 代理人 弁理士 西教 圭一郎

(54) 【発明の名称】 埋設物探知器

(57) 【要約】

【課題】 埋設物が推測される延在方向と異なる方向に延びる部分を有する場合に、その延在方向と異なる方向に延びる部分を探知することができる埋設物探知器を提供する。

【解決手段】 埋設物である埋設管に電流を生じさせ、これによって放射される電磁波を、受信手段2の複数の受信アンテナX1、X2；Y1、Y2；Zによって受信する。各受信アンテナX1、X2；Y1、Y2；Zは、バーアンテナであり、相互に直交するX軸、Y軸およびZ軸にそれぞれ平行な軸線Lx1、Lx2；Ly1、Ly2；Lzを有しており、埋設管がいずれの方向に延びていても、少なくとも1つの受信アンテナの軸線が埋設管の軸線とねじれの位置にある。各受信アンテナX1、X2；Y1、Y2；Zは、埋設管に対してねじれの位置にあるときに、電磁波を受信することができ、したがって埋設管が延在方向と異なる方向に延びる部分を有する場合であっても、その部分を探知することができる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 隠蔽場所に埋設される埋設物に電流を生じさせ、この電流によって埋設物から放射される電磁波を受信アンテナによって受信して埋設物を探知する埋設物探知器において、

相互に異なる方向に指向特性をそれぞれ有する複数の受信アンテナを備えることを特徴とする埋設物探知器。

【請求項2】 前記複数の受信アンテナのうち少なくとも2つは、指向特性が相互に直交するX方向およびY方向にそれぞれ選ばれることを特徴とする請求項1記載の埋設物探知器。

【請求項3】 前記複数の受信アンテナのうち少なくとも1つは、指向特性が前記X方向およびY方向とそれぞれ直交するZ方向に選ばれることを特徴とする請求項2記載の埋設物探知器。

【請求項4】 前記複数の受信アンテナのうち少なくとも2つは、指向特性が同一方向に選ばれることを特徴とする請求項1～3のいずれかに記載の埋設物探知器。

【請求項5】 前記複数の受信アンテナのうち少なくとも1つは、指向特性の方向を任意に変更することができることを特徴とする請求項1～4のいずれかに記載の埋設物探知器。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明が属する技術分野】本発明は、地中などの隠蔽場所に埋設された管などの埋設物を探知する埋設物探知器に関する。

【0002】

【従来の技術】地中に埋設されたガス管および水道管などの埋設管は、地上から埋設物探知器を用いて地中を探索し、埋設管の埋設位置を割り出している。埋設物探知器は、1つの受信アンテナを有し、この受信アンテナは、地上の送信機から埋設管に高周波電流を流すことによって、その埋設管から放射される電磁波を受信する。受信アンテナは、一般的に指向特性を有しているため、埋設物探知器内における受信アンテナの方向は前記指向特性に基づいて決定されており、埋設物探知器の向きを変えて電磁波の受信強度が最も高くなる位置および方向を見つけることによって、その測定地点に埋設管が埋設されていることが推定され、測定地点における埋設管の延在方向を推測することができる。このようにして埋設管が埋設されていることを推定し、延在方向を推測した状態で埋設物探知器を推測される埋設管の延在方向に沿って受信強度を見ながら移動させて、埋設管の埋設位置を特定している。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】従来技術では、1つの受信アンテナの指向特性に基づいて埋設管の埋設位置を特定するので、測定対象領域内で埋設管がほぼ真つすぐに延びる部分だけから成る場合には、その埋設位置を全

長にわたって容易に特定することができるけれども、埋設管の延在方向が大きく変化する場合および分岐している場合には、特定が可能であった推測される延在方向とは異なる方向に延びる部分が存在することを探知することができずに見失ってしまう場合があり、測定対象領域内の埋設管の埋設位置を容易かつ正確に特定することができないという問題がある。特に埋設管が推測される延在方向に延びる部分と、この部分に加えて分岐する部分とを有している場合には、延在方向に延びる部分を常に探知することができるので、途中で埋設物探知器の向きを変えて分岐する部分を探索することを怠ってしまう場合がある。

【0004】また他の従来技術として、特公平7-52085号公報には、上下に間隔をあけて配置される2つの水平コイルを逆極性となるように結線したフルライトパー差動アンテナによって、埋設管から放射される電磁波を受信し、埋設深さを測定するための埋設金属管の深度測定装置が開示されている。この装置は、埋設管の深さのみを測定するための装置であって、埋設管の前記延在方向とは異なる方向に延びる部分を探知することが困難であるため、他の従来技術も、上記の従来技術と同様の問題を有する。

【0005】したがって本発明の目的は、埋設物が推測される延在方向と異なる方向に延びる部分とを有する場合であっても、容易かつ正確に埋設管の埋設位置を特定することができる埋設物探知器を提供することである。

【0006】

【課題を解決するための手段】請求項1記載の本発明は、隠蔽場所に埋設される埋設物に電流を生じさせ、この電流によって埋設物から放射される電磁波を受信アンテナによって受信して埋設物を探知する埋設物探知器において、相互に異なる方向に指向特性をそれぞれ有する複数の受信アンテナを備えることを特徴とする埋設物探知器である。

【0007】本発明に従えば、隠蔽場所の埋設物を探知するための埋設物探知器は、指向特性の方向が相互に異なる複数の受信アンテナを有している。埋設物には、たとえば電源が直接接続されて直接的に、または電磁誘導によって間接的に電流が発生され、この電流によって埋設物から電磁波が放射される。この電磁波を各受信アンテナは受信することができる。各受信アンテナは、相互に異なる方向に指向特性をそれぞれ有しており、埋設物からの電磁波を受信するとき、各受信アンテナが受信する電磁波の受信強度は、各受信アンテナの指向特性の方向に依存して異なる。このような受信手段を備える埋設物探知器を用いて、地中および建築物中などの隠蔽場所を探索することによって、金属製の管およびロケーティングワイヤなどの埋設物を探知することができる。このとき各受信アンテナが相互に異なる方向に指向特性を有しているため、埋設物と埋設物探知器との位置関係によ

って埋設物を探知することができない不具合を防止することができる。

【0008】測定地点における埋設物の存在を推定した状態で、各受信アンテナのうちの任意の1つの受信アンテナによる電磁波の受信強度が最も高くなる方向に埋設物探知器を向けて、埋設物の延在方向を推測することができる。この状態で、推測される埋設物の延在方向に沿って埋設物探知器を移動させながら地中を探索して、埋設物の埋設位置を特定することができる。埋設物探知器は、前述のような複数の受信アンテナを有しているの
10
で、このように埋設物探知器を移動させながら地中を探索して埋設物の位置を特定するときに、埋設物が推測される延在方向に延びる部分と、延在方向とは異なる方向に延びる部分とを有する場合にも、延在方向と異なる方向に延びる部分から放射される電磁波を、埋設物探知器の向きを変えずに前記1つの受信アンテナ以外の
20
残余の受信アンテナのうち少なくとも1つの受信アンテナによって受信して、前記延在方向と異なる方向に延びる部分を探知することができる。したがって埋設物が推測される延在方向とは異なる方向に延びる部分を有する場合であっても、この延在方向と異なる方向に延びる部分を探知漏れすることなく、確実にかつ容易に探知することができる。

【0009】請求項2記載の本発明は、請求項1記載の発明の構成において、前記複数の受信アンテナのうち少なくとも2つは、指向特性が相互に直交するX方向およびY方向にそれぞれ選ばれることを特徴とする。

【0010】本発明に従えば、相互に直交するX方向およびY方向の指向特性を有する受信アンテナをそれぞれ備えている。埋設物が存在すると推測される仮想平面、たとえば地表面などの隠蔽場所の表面に平行な仮想平面と、X方向およびY方向を含むXY平面とが平行となり、かつ2つの受信アンテナのうちいずれか一方の受信アンテナ、たとえばX方向（またはY方向）の指向特性を有する受信アンテナによる電磁波の受信強度が最も高くなる方向に埋設物探知器を向ける。この状態で、埋設物探知器を用いて地中を探索することによって、埋設物が推測される延在方向に対して直交する方向に延びる部分を有する場合、たとえば埋設物がT字状またはL字状を成す場合に、このような埋設物を迅速かつ容易に探知
30
40
することができる。

【0011】請求項3記載の本発明は、請求項2記載の発明の構成において、前記複数の受信アンテナのうち少なくとも1つは、指向特性が前記X方向およびY方向とそれぞれ直交するZ方向に選ばれることを特徴とする。

【0012】本発明に従えば、X方向およびY方向とそれぞれ直交するZ方向の指向特性を有する受信アンテナを備えている。埋設物が存在すると推測される前記仮想平面と、前記XY平面とが平行となり、かつX方向およびY方向のうちいずれか一方、たとえばX方向（または

Y方向）の指向特性を有する受信アンテナによる電磁波の受信強度が最も高くなり、さらにZ方向の指向特性を有する受信アンテナが受信する埋設物からの受信強度が0となる方向に埋設物探知器を向ける。この状態から埋設物探知器を埋設物の延在方向と直交する方向にXY平面に平行に移動させ、いずれか一方の受信アンテナによる電磁波の受信強度が最も高くなり、かつZ方向の指向特性を有する受信アンテナによる電磁波の受信強度が0となる第1位置と、前記いずれか一方の受信アンテナとZ方向の指向特性を有する受信アンテナとの電磁波の受信強度が等しくなる第2位置とを特定する。

【0013】第1位置は、埋設物からXY平面に垂直に向かう方向にあり、第2位置は、第1位置からXY平面に平行に移動した位置であり、第1位置および埋設物を結ぶ方向と、第1および第2位置を結ぶ方向とは、直交している。さらに第2位置は、埋設物からXY平面に対して角度45°を成す方向にある。これによって埋設物、第1位置および第2位置は、埋設物および第2位置を結ぶ線分を斜辺とする直角二等辺三角形の頂点にそれぞれ存在する。したがって第1位置から埋設物までの距離は、第1および第2位置間の距離と等しくなり、第1および第2位置間の距離を測定することによって、埋設物の埋設深さを特定することができる。

【0014】請求項4記載の本発明は、請求項1～3のいずれかに記載の発明の構成において、前記複数の受信アンテナのうち少なくとも2つは、指向特性が同一方向に選ばれることを特徴とする。

【0015】本発明に従えば、同一方向の指向特性を有する少なくとも2つの受信アンテナを備える。これら2つの受信アンテナ間から、これら2つの受信アンテナを含む仮想平面に対して直交する方向に埋設物の端部が位置するとき、これら2つの受信アンテナによる受信強度の間には、大きな差が生じる。これによって埋設物の端部を確実に探知することができる。このような埋設物の端部の探知は、推測される延在方向とは異なる方向に延びる部分についても同様である。これによって、これら2つの受信アンテナを、推測される延在方向に延びる部分からの電磁波を受信できる状態に埋設物探知器を配置したときには、この部分の端部を特定し、またこの延在方向とは異なる方向に延びる部分からの電磁波を受信できる状態に埋設物探知器を配置したときには、この部分の端部を特性することができる。したがって、埋設物の端部、屈曲位置、および分岐位置を確実に特定することができる。

【0016】特に請求項2記載の発明の構成において、X方向およびY方向のうちいずれかの方向の指向特性を有する受信アンテナを少なくとも2つ備えることによって、埋設物がT字状およびL字状であるときに、埋設物の埋設位置を特定しやすい。さらにX方向およびY方向の両方向に指向特性を有する各受信アンテナを少なくと

も2つずつ備える構成とすることによって、埋設物がT字状およびL字状であるときに、埋設物の埋設位置を確実にかつ容易に特定することができる。

【0017】請求項5記載の本発明は、請求項1～4のいずれかに記載の発明の構成において、前記複数の受信アンテナのうち少なくとも1つは、指向特性の方向を任意に変更することができることを特徴とする。

【0018】本発明に従えば、指向特性の方向を任意に変更することができる受信アンテナを備えている。前記推測される埋設物の延在方向に埋設物探知器を移動させながら地中を探索して埋設物の埋設位置を特定するにあたって、前記推測される埋設物の延在方向と異なる方向に延びる部分が探知されたときに、この指向特性の方向を任意に変更することができる受信アンテナの指向特性の方向を変更操作し、前記異なる方向に延びる部分からの電磁波の受信強度が最も高くなる指向特性の方向を特定することによって、この異なる方向に延びる部分の延びる方向を推測することができる。また前記推測される埋設物の延在方向に延びる部分の埋設位置を特定するにあたって、前記延在方向に対して所定の角度を成して延びる部分が存在することが予め予測される場合には、その部分からの電磁波の受信強度が最も高くなる方向に指向特性を変更した後に埋設物探知器を移動させながら地中を探索することによって、その異なる方向に延びる部分を確実に探知することができる。

【0019】

【発明の実施の形態】図1は本発明の実施の一形態の埋設物探知器1が備える受信手段2の主要な構成を示す正面図であり、図2は図1の上側から見た受信手段2の主要な構成の平面図であり、図3は埋設物探知器1を示す斜視図である。埋設物探知器1は、隠蔽場所である地中に埋設される埋設物としてのたとえば铸铁製水道管である埋設管3を探知するための機器であって、ハウジング12と、ハウジング12内に埋設管3から放射される電磁波を受信するための受信手段2とを備え、埋設管3からの電磁波を受信することによって埋設管3を探知している。埋設管3は、導体である铸铁から成る管であって、電源4に接続することによって高周波電流が発生される。この電流によって埋設管3から電磁波が放射され、この電磁波を受信手段2によって受信する。

【0020】受信手段2は、平板状の基板5に設けられる複数の受信アンテナ（以下、「アンテナ」と略記する場合がある）X1、X2；Y1、Y2；Zを有しており、これら各アンテナX1、X2；Y1、Y2；Zによって、埋設管3から電磁波を受信している。各アンテナX1、X2；Y1、Y2；Zは、コイルに高透磁率材料であるたとえばフェライトなどの磁性体から成る芯棒を挿入して構成されるいわゆるバーアンテナである。コイルの巻数は、埋設物に流される電流の周波数に依存し、この電流によって放射される電磁波を最も受信しやすい

巻数に選ばれる。

【0021】図4および図5を参照して、一例として、アンテナX1について詳しく述べると、埋設管3に軸線方向（図4の紙面に垂直な方向）に電流が生じているとき、埋設管3から周方向全周にわたって半径方向に進行する電磁波が放射され、この電磁波は、埋設管3の周方向に磁界の強度が変化する。このような埋設管3に対して、アンテナX1の軸線Lx1と埋設管3の軸線L3とが平行になる受信姿勢、たとえば受信姿勢6に、アンテナX1があるとき、アンテナX1による埋設管3からの電磁波の受信強度は0である。またアンテナX1の軸線Lx1と埋設管3の軸線L3とが直交、すなわちアンテナX1の軸線Lx1が埋設管3の一直径線と一致する受信姿勢、たとえば受信姿勢7に、アンテナX1があるときにも、アンテナX1による埋設管3からの電磁波の受信強度は0である。受信姿勢6、7を含むこれらの受信姿勢以外の受信姿勢、すなわちアンテナX1の軸線Lx1と埋設管3の軸線L3とがねじれの位置にある受信姿勢、たとえば受信姿勢8、9、10にアンテナX1があるときには、アンテナX1による埋設管3からの電磁波の受信強度は0以外の値となる。

【0022】受信姿勢8、9、10を含むアンテナX1の軸線Lx1と埋設管3の軸線L3とがねじれの位置にある受信姿勢のうち、アンテナX1の軸線Lx1が埋設管3の軸線L3に垂直な仮想平面上にあり、かつアンテナX1の軸線Lx1と埋設管3の一直径線とがアンテナX1の軸線方向中央で直交する受信姿勢8に、アンテナX1があるとき、アンテナX1は埋設管3からの電磁波を最も高い受信効率で受信することができる。この受信姿勢8では、電磁波はアンテナX1にその軸線Lx1に対して垂直な方向から入射され、磁界の強度がアンテナX1の軸線方向に最も大きな変化率で変化しているの、電磁波の受信効率が最も高くなる。したがって埋設管3からアンテナX1の中心位置までの距離が等しくなる受信姿勢のうち、受信姿勢8にアンテナX1があるときに、アンテナX1による電磁波の受信強度が最も高くなる。つまり、埋設管3からアンテナX1の中心までの距離が等しい受信姿勢において、受信姿勢6、7にあるときの受信強度が最も低い0であって、受信姿勢8に近づくにつれて受信強度が向上し、受信姿勢8にあるときの受信強度が最も高くなる。

【0023】このようにバーアンテナである各アンテナX1、X2；Y1、Y2；Zは、電磁波の入射方向によって受信強度が異なる指向特性を有している。また各アンテナX1、X2；Y1、Y2；Zは、埋設管3に対して同位置にあるときには、同一の強度で受信することができるように、同一の受信性能を有するようにそれぞれ構成されている。

【0024】各アンテナX1、X2；Y1、Y2；Zは、各軸線Lx1、Lx2；Ly1、Ly2；Lzが、

予め定める直行3軸、すなわち図1の左右方向に延びるX軸、図1の上下方向に延びるY軸および図1の紙面に垂直なZ軸に、それぞれ平行となるように設けられている。各アンテナX1、X2；Y1、Y2の各軸線Lx1、Lx2；Ly1、Ly2は、X軸およびY軸を含むXY平面と平行な仮想平面上に存在し、各アンテナX1、X2は、Y軸に平行な方向に相互に間隔をあけて配置され、各アンテナY1、Y2は、X軸に平行な方向に相互に間隔をあけて配置されている。各アンテナX1、X2の中心位置は、各アンテナY1、Y2の軸線Ly1、Ly2間の中央に位置し、各アンテナY1、Y2の中心位置は、各アンテナX1、X2の軸線Lx1、Lx2間のアンテナX2寄りに位置している。アンテナZは、アンテナX2に関してアンテナX1とは反対側に配置され、その軸線Lzは、各アンテナY1、Y2の軸線Ly1、Ly2間の中央に位置するとともに、アンテナZの中心は、各アンテナX1、X2；Y1、Y2の各軸線Lx1、Lx2；Ly1、Ly2を含む仮想平面上に位置している。

【0025】本発明では、磁界がX軸に平行な方向に変化しながらX軸に垂直に入射される電磁波を最も高い効率で受信することができる指向特性の方向をX方向とし、磁界がY軸に平行な方向に変化しながらY軸に垂直に入射される電磁波を最も高い効率で受信することができる指向特性の方向をY方向とし、磁界がZ軸に平行な方向に変化しながらZ軸に垂直に入射される電磁波を最も高い効率で受信することができる指向特性の方向をZ方向とする。つまり、各アンテナX1、X2は、同一のX方向の指向特性を有し、また各アンテナY1、Y2は、同一のY方向の指向特性を有し、アンテナZはZ方向の指向特性を有している。これらの各指向特性の方向、すなわちX方向、Y方向およびZ方向は、相互に直行しており、各アンテナX1、X2と、各アンテナY1、Y2と、アンテナZとは、相互に直行する指向特性を有する。

【0026】埋設物探知器1は、このような受信手段2に加えて、処理手段15および表示手段16を備えている。各アンテナX1、X2；Y1、Y2；Zは、受信した電磁波の受信強度を表す信号を、処理手段15にそれぞれ与える。処理手段15は、たとえばマイクロコンピュータによって実現され、各アンテナX1、X2；Y1、Y2；Zから与えられる信号に基づいて、各アンテナX1、X2；Y1、Y2；Zによる受信強度を表す表示信号を、表示手段16に与える。表示手段16は、表示信号に基づいて各アンテナX1、X2；Y1、Y2；Zによる受信強度を表す表示内容を表示する。

【0027】また埋設物探知器1は、ハウジング1の一側部、本形態では下部に車輪17を有し、車輪17を介して地表面上に載置して、地表面に沿って移動しながら地中を探索する。操作者は、埋設物探知器1を移動させ

ながら、随時各アンテナX1、X2；Y1、Y2；Zによる受信強度を表示手段によって確認し、これによって測定地点に埋設管3が埋設されていることを推定することができる。

【0028】受信手段2は、埋設物探知器1を平坦な地表面上に載置した状態で、XY平面が地表面と平行になるように、ハウジング12内に収納されている。一般的に、埋設管3は、地表面と平行に埋設されており、これによって埋設管3は、XY平面と平行に位置する。埋設物探知器1の受信手段2は、相互に直行するX方向、Y方向およびZ方向にそれぞれ指向特性を有する各アンテナX1、X2；Y1、Y2；Zを備えており、各アンテナX1、X2；Y1、Y2；Zのうち少なくともいずれか1つは、その軸線Lx1、Lx2；Ly1、Ly2；Lzが埋設管3の軸線L3とねじれの位置にあり、埋設物探知器1を用いて地中を探索したときに、埋設物探知器1が埋設管3の近傍に位置すると、各アンテナX1、X2；Y1、Y2；Zのうち少なくともいずれか1つが埋設管3からの電磁波を受信することができる。これによって埋設管3を確実に探知することができ、埋設管3と埋設物探知器1との位置関係によって埋設管3を探知することができない不具合を防止することができる。

【0029】一般的に、埋設管3は、地表面とほぼ平行に埋設されており、この場合を例にとり、埋設物探知器1による埋設管3の探知作業の手順を説明する。埋設管3地表面とほぼ平行に埋設されている場合には、この埋設管3は、XY平面とほぼ平行に位置する。このような場合に、各アンテナX1、X2；Y1、Y2；Zによる電磁波の受信によって、測定地点に埋設管3が埋設されていることを推定した状態で、任意の1つのアンテナ、本形態ではアンテナX1による電磁波の受信強度が最も高くなる方向に埋設物探知器1を向ける。このとき、アンテナX1は、埋設管3に対して受信姿勢8の姿勢にあり、埋設管3は、アンテナX1の中心を通る地表面に垂直な一直線と交差する位置にあることを推定することができ、さらに各アンテナY1、Y2は、埋設管3に対して受信姿勢6の姿勢にあり、埋設管3の軸線L3は、Y軸と平行に延びている。さらに、アンテナX2が、アンテナX1と同様に、最も高い受信強度で、埋設管3からの電磁波を受信しているときには、埋設管3は、アンテナX2の中心を通る地表面に垂直な一直線と交差していることを推測することができる。

【0030】このように推測される埋設管3の延在方向に沿って、アンテナX1からアンテナX2に向かう方向を移動方向Sとして、埋設物探知器1を地表面に沿って移動させながら地中を探索する。この探索中において、埋設管3が、推測される延在方向に延びる部分3aだけである場合には、各アンテナX1、X2による受信強度は、最も高い値を示し、各アンテナY1、Y2；Zによる受信強度は、0である。各アンテナX1、X2；Y

1, Y2; Zがこのような受信強度を示しているときには、受信手段2によって、埋設管3が推測される延在方向に延びる部分3aだけであることを特定することができる。

【0031】図6は埋設管3の形状と各アンテナX1, X2; Y1, Y2による受信強度との関係の一例を説明するための図であり、埋設管3を推測したときの各アンテナX1, X2; Y1, Y2による受信強度の推移の一例を示す図である。図7は、埋設管3の推測される延在方向に延びる部分3aに、埋設物探知器1の移動方向S上流側で電源4が接続され、電圧が印加されている場合を示し、その横軸は移動方向Sに関する埋設管3に対する埋設物探知器1の位置を示し、縦軸は、各アンテナX1, X2; Y1, Y2の受信強度を示す。これら図6および図7を参照して、埋設管3と各アンテナX1, X2; Y1, Y2をXY平面に投影した2次元的な位置関係を、各受信アンテナX1, X2; Y1, Y2の受信強度から特定する判断基準を説明する。

【0032】図6(1)に示すように、埋設管3が、推測される延在方向に延びる部分3aと、この部分3aの移動方向S下流側の端部から移動方向Sに対して右側に垂直に屈曲して延びる部分3bとを有するL字状である場合に、推測される延在方向に延びる部分3aに沿って埋設物探知器1を用いて探査したときの各アンテナX1, X2; Y1, Y2の受信強度は、図7(1)に示すような推移をたどる。埋設物探知器1を、アンテナX1, X2が埋設管3の部分3aに対して受信姿勢8を採るように向け、埋設管3の部分3aの埋設位置を特定しながら、移動方向Sに探査を進行する。

【0033】このとき埋設管3の部分3aの移動方向S上流側で印加された電圧による電流は、移動方向S下流側になるにつれて減少するので、移動方向下流側に進行するにつれて各アンテナX1, X2による受信強度は、一定の減少率で減少する。またアンテナX2は、アンテナX1よりも移動方向下流側に位置するので、アンテナX2の受信強度は、アンテナX1の受信強度よりも低い。各アンテナX1, X2が、屈曲位置20よりも移動方向下流側に位置すると、移動方向Sに進行するにつれて、各アンテナX1, X2の受信強度は、屈曲位置20よりも移動方向上流側に位置するときの減少率よりも高い減少率で減少する。

【0034】また埋設物探知器1を用いて前述のように探査するとき、埋設物探知器が埋設管3の屈曲位置20に近づくと、各アンテナY1, Y2は、埋設管3の部分3bに近付き、埋設管3の部分3bからの電磁波を受信し始め、それぞれの受信強度は、屈曲位置20に近づくと一定の割合で増加する。埋設物探知器1が埋設管3の屈曲位置20を越えると、各アンテナY1, Y2は、埋設管3の部分3bから遠ざかり、それぞれの受信強度は、屈曲位置20から遠ざかるにつれて一定の割合

で減少する。このとき埋設管3の部分3bは、移動方向Sに対して右側に位置しているので、アンテナY2の受信強度は、アンテナY1の受信強度よりも高くなる。

【0035】埋設物探知器1を用いて地中を探査し、各アンテナX1, X2; Y1, Y2の受信強度がこのような推移をたどるとき、埋設管3は、移動方向Sに対して右側に屈曲するL字状であることが推測され、埋設位置を特定することができる。このとき屈曲位置20は、アンテナX1の受信強度の減少率が大きくなる位置36とアンテナX2の受信強度の減少率が大きくなる位置37との間の中心位置であり、この位置は、各アンテナY1, Y2の受信強度が最も高くなる位置である。

【0036】図8を参照して、アンテナY2の受信強度の変化から屈曲位置20を特定する手順を述べると、埋設物探知器1が埋設管3の屈曲位置20から遠い位置30にあるときには、アンテナY2が埋設管3の部分3bから遠い位置にあり、電磁波を受信せず、受信強度は0である。このような位置30から埋設物探知器1が埋設管3の屈曲位置20に近づくにつれて、アンテナY2が埋設管3の部分3bに近付き徐々に受信強度が増加し始める。埋設物探知器1は、アンテナY2の移動方向下流側の部分が埋設管3の部分3bに重なる位置31を経て、アンテナY1の中心位置が埋設管3の部分3bに重なる位置、すなわちアンテナY2が埋設管3の部分3bに対して受信姿勢8となる位置32に到達し、この位置32においてアンテナY2の受信強度は最も高くなる。さらに埋設物探知器1は、アンテナY2の移動方向上流側の部分が埋設管3の部分3bに重なる位置33へと移動し、この埋設物探知器1の移動に伴って、アンテナY2の受信強度が減少していく。

【0037】埋設物探知器1の移動距離は、車輪17の回転数から算出され、これに基づいて、埋設物探知器1が所定の距離移動する毎に、その測定地点におけるアンテナY2の受信強度を、処理手段15内のメモリに記録する。新たな測定地点におけるアンテナY2の受信強度と、その1つ前の測定地点におけるアンテナY2の受信強度とを比較し、新たなアンテナY2の受信強度が1つ前の受信強度よりも減少したとき、1つ前の記録を受信した埋設物探知器1の位置、すなわち測定地点が、アンテナY2の受信強度が最も高くなる位置であり、このときの埋設物探知器1の位置、正確には、XY平面に投影したとき、各アンテナX1, X2を通る直線と、各アンテナY1, Y2を通る直線との交点と一致する位置が、埋設管3の屈曲位置20である。

【0038】また埋設管3が部分3bに代えて、図6(1)に仮想線で示す部分3cを有する場合、すなわち埋設管3が、推測される延在方向に延びる部分3aと、この部分3aの移動方向S下流側の端部から移動方向Sに対して左側に垂直に屈曲して延びる部分3cとを有するL字状である場合に、推測される延在方向に延びる部

分3aに沿って埋設物探知器1を用いて探査したときの各アンテナX1, X2; Y1, Y2の受信強度は、図7(2)に示すような推移をたどる。埋設物探知器1を、アンテナX1, X2が埋設管3の部分3aに対して受信姿勢8を採るように向け、埋設管3の部分3aの埋設位置を特定しながら、移動方向Sに探査を進行する。このとき埋設管3の部分3aの移動方向S上流側で印加された電圧による電流は、移動方向S下流側になるにつれて減少するので、移動方向S下流側に進行するにつれて各アンテナX1, X2による受信強度は、一定の減少率で減少する。またアンテナX2は、アンテナX1よりも移動方向S下流側に位置するので、アンテナX2の受信強度は、アンテナX1の受信強度よりも低い。各アンテナX1, X2が、屈曲位置20よりも移動方向S下流側に位置すると、移動方向Sに進行するにつれて、各アンテナX1, X2の受信強度は、屈曲位置20から移動方向S上流側に位置するときの減少率よりも高い減少率で減少する。

【0039】また埋設物探知器1を用いて前述のように探査するとき、埋設物探知器が埋設管3の屈曲位置20に近づくと、各アンテナY1, Y2は、埋設管3の部分3cに近付き、埋設管3の部分3cからの電磁波を受信し始め、それぞれの受信強度は、屈曲位置20に近づくにつれて一定の割合で増加する。このとき埋設管3の部分3cが移動方向Sに対して左側に位置しているので、アンテナY2の受信強度は、アンテナY1の受信強度よりも低くなる。埋設物探知器1が埋設管3の屈曲位置20を越えると、各アンテナY1, Y2は、埋設管3の部分3cから遠ざかり、それぞれの受信強度は、屈曲位置20から遠ざかるにつれて一定の割合で減少する。このとき埋設管3の部分3cは、移動方向Sに対して左側に位置しているので、アンテナY1の受信強度は、アンテナY2の受信強度よりも高くなる。

【0040】埋設物探知器1を用いて探査し、各アンテナX1, X2; Y1, Y2の受信強度がこのような推移をたどるとき、埋設管3は、移動方向Sに対して左側に屈曲するL字状であることが探知され、埋設位置を特定することができる。このとき屈曲位置20は、アンテナX1の受信強度の減少率が大きくなる位置36とアンテナX2の受信強度の減少率が大きくなる位置37との間の中心位置であり、この位置は、各アンテナY1, Y2の受信強度が最も高くなる位置である。この位置の特定は、図8に示した右側に屈曲するL字状の場合と同様にして特定することができる。

【0041】図6(2)に示すように、埋設管3が、推測される延在方向に延びる部分3aと、この部分3aの中途部から移動方向Sに対して右側に垂直に分岐して延びる部分3bとを有するT字状である場合に、推測される延在方向に延びる部分3aに沿って埋設物探知器1を用いて探査したときの各アンテナX1, X2; Y1, Y

2の受信強度は、図7(3)に示すような推移をたどる。埋設物探知器1を、アンテナX1, X2が埋設管3の部分3aに対して受信姿勢8を採るように向け、埋設管3の部分3aの埋設位置を特定しながら、移動方向Sに探査を進行する。このとき埋設管3の部分3aの移動方向S上流側で印加された電圧による電流は、移動方向S下流側になるにつれて減少するので、移動方向S下流側に進行するにつれて各アンテナX1, X2による受信強度は、一定の減少率で減少する。またアンテナX2は、アンテナX1よりも移動方向S下流側に位置するので、アンテナX2の受信強度は、アンテナX1の受信強度よりも低い。埋設管3の電流は、分岐位置21において分岐されるので、推測される延在方向に延びる部分3aの電流は、分岐位置21に関して移動方向S上流側と移動方向S下流側とで大きく異なり、分岐位置21付近の受信強度の減少率は、残余の部位での減少率よりも大きくなる。

【0042】また埋設物探知器1を用いて前述のように探査するとき、埋設物探知器が埋設管3の分岐位置21に近づくと、各アンテナY1, Y2は、埋設管3の部分3bに近付き、埋設管3の部分3bからの電磁波を受信し始め、それぞれの受信強度は、分岐位置21に近づくにつれて一定の割合で増加する。埋設物探知器1が埋設管3の分岐位置21を越えると、各アンテナY1, Y2は、埋設管3の部分3bから遠ざかり、それぞれの受信強度は、分岐位置21から遠ざかるにつれて一定の割合で減少する。このとき埋設管3の部分3bは、移動方向Sに対して右側に位置しているので、アンテナY2の受信強度は、アンテナY1の受信強度よりも高くなる。

【0043】埋設物探知器1を用いて探査し、各アンテナX1, X2; Y1, Y2の受信強度がこのような推移をたどるとき、埋設管3は、移動方向Sに対して右側に分岐するT字状であることが探知され、埋設位置を特定することができる。このとき分岐位置21は、各アンテナX1, X2の受信強度の減少率が大きくなる領域の中心位置であり、この位置は、各アンテナY1, Y2の受信強度が最も高くなる位置である。この位置の特定は、図8に示した右側に屈曲するL字状の場合と同様にして特定することができる。

【0044】また埋設管3が部分3bに代えて、図6(2)に仮想線で示す部分3cを有する場合、すなわち埋設管3が、推測される延在方向に延びる部分3aと、この部分3aの中途部から移動方向Sに対して左側に垂直に分岐して延びる部分3cとを有するT字状である場合に、推測される延在方向に延びる部分3aに沿って埋設物探知器1を用いて探査したときの各アンテナX1, X2; Y1, Y2の受信強度は、図7(4)に示すような推移をたどる。埋設物探知器1を、アンテナX1, X2が埋設管3の部分3aに対して受信姿勢8を採るように向け、埋設管3の部分3aの埋設位置を特定しながら、移動方向Sに探査を進行する。このとき埋設管3の

部分3aの移動方向S上流側で印加された電圧による電流は、移動方向S下流側になるにつれて減少するので、移動方向下流側に進行するにつれて各アンテナX1、X2による受信強度は、一定の減少率で減少する。またアンテナX2は、アンテナX1よりも移動方向下流側に位置するので、アンテナX2の受信強度は、アンテナX1の受信強度よりも低い。埋設管3の電流は、分岐位置21において分岐されるので、推測される延在方向に延びる部分3aの電流は、分岐位置21に関して移動方向上流側と移動方向下流側とで大きく異なり、分岐位置21付近の受信強度の減少率は、残余の部位での減少率よりも大きくなる。

【0045】また埋設物探知器1を用いて前述のように探査するとき、埋設物探知器1が埋設管3の分岐位置21に近づくと、各アンテナY1、Y2は、埋設管3の部分3cに近付き、埋設管3の部分3cからの電磁波を受信し始め、それぞれの受信強度は、分岐位置21に近づくにつれて一定の割合で増加する。埋設物探知器1が埋設管3の分岐位置21を越えると、各アンテナY1、Y2は、埋設管3の部分3cから遠ざかり、それぞれの受信強度は、分岐位置21から遠ざかるにつれて一定の割合で減少する。このとき埋設管3の部分3cは、移動方向Sに対して左側に位置しているので、アンテナY1の受信強度は、アンテナY2の受信強度よりも高くなる。

【0046】埋設物探知器1を用いて探査し、各アンテナX1、X2；Y1、Y2の受信強度がこのような推移をたどるとき、埋設管3は、移動方向Sに対して左側に分岐するT字状であることが探知され、埋設位置を特定することができる。このとき分岐位置21は、各アンテナX1、X2の受信強度の減少率が大きくなる領域の中心位置であり、この位置は、各アンテナY1、Y2の受信強度が最も高くなる位置である。この位置の特定は、図8に示した右側に屈曲するL字状の場合と同様にして特定することができる。

【0047】図6(3)に示すように、埋設管3が、推測される延在方向に延びる部分3aと、この部分3aの移動方向下流側の端部から移動方向Sに対して左右両側に垂直に分岐し、かつ一直線状に連なって延びる部分3b、3cとを有するT字状である場合に、推測される延在方向に延びる部分3aに沿って埋設物探知器1を用いて探査したときの各アンテナX1、X2；Y1、Y2の受信強度は、図7(5)に示すような推移をたどる。埋設物探知器1を、アンテナX1、X2が埋設管3の部分3aに対して受信姿勢8を採るように向け、埋設管3の部分3aの埋設位置を特定しながら、移動方向Sに探査を進行する。このとき埋設管3の部分3aの移動方向S上流側で印加された電圧による電流は、移動方向S下流側になるにつれて減少するので、移動方向下流側に進行するにつれて各アンテナX1、X2による受信強度は、一定の減少率で減少する。またアンテナX2は、アンテナX1よりも移動方向下流側に位置するので、アンテナX2の受信強度は、アンテナX1の受信強度よりも低い。各アンテナX1、X2が末端22よりも移動方向下流側に位置すると、移動方向Sに進行するにつれて、各アンテナの受信強度は、末端22よりも移動方向上流側に位置するときの減

X1よりも移動方向下流側に位置するので、アンテナX2の受信強度は、アンテナX1の受信強度よりも低い。各アンテナX1、X2が分岐位置21よりも移動方向下流側に位置すると、移動方向Sに進行するにつれて、各アンテナの受信強度は、分岐位置21よりも移動方向上流側に位置するときの減少率よりも高い減少率で減少する。

【0048】また埋設物探知器1を用いて前述のように探査するとき、埋設物探知器1が埋設管3の分岐位置21に近づくと、各アンテナY1、Y2は、埋設管3の各部分3b、3cに近付き、埋設管3の各部分3b、3cからの電磁波を受信し始め、それぞれの受信強度は、分岐位置21に近づくにつれて一定の割合で増加する。埋設物探知器1が埋設管3の分岐位置21を越えると、各アンテナY1、Y2は、埋設管3の各部分3b、3cから遠ざかり、それぞれの受信強度は、分岐位置21から遠ざかるにつれて一定の割合で減少する。このとき埋設管3は、左右両側に各部分3b、3cの両側に位置しているので、各アンテナY1、Y2の受信強度は等しくなる。

【0049】埋設物探知器1を用いて探査し、各アンテナX1、X2；Y1、Y2の受信強度がこのような推移をたどるとき、埋設管3は、移動方向Sに対して左右両側に分岐するT字状であることが探知され、埋設位置を特定することができる。このとき分岐位置21は、アンテナX1の受信強度の減少率が大きくなる位置36とアンテナX2の受信強度の減少率が大きくなる位置37との中心位置であり、この位置は、各アンテナY1、Y2の受信強度が最も高くなる位置である。この位置の特定は、図8に示した右側に屈曲するL字状の場合と同様にして特定することができる。

【0050】図6(4)に示すように埋設管3が、推測される延在方向に延びる部分3aだけを有し、その末端22が存在する場合に、推測される延在方向に延びる部分3aに沿って埋設物探知器1を用いて探査したときの各アンテナX1、X2；Y1、Y2の受信強度は、図7(6)に示すような推移をたどる。埋設物探知器1を、アンテナX1、X2が埋設管3の部分3aに対して受信姿勢8を採るように向け、埋設管3の部分3aの埋設位置を特定しながら、移動方向Sに探査を進行する。このとき埋設管3の部分3aの移動方向S上流側で印加された電圧による電流は、移動方向S下流側になるにつれて減少するので、移動方向下流側に進行するにつれて各アンテナX1、X2による受信強度は、一定の減少率で減少する。またアンテナX2は、アンテナX1よりも移動方向下流側に位置するので、アンテナX2の受信強度は、アンテナX1の受信強度よりも低い。各アンテナX1、X2が末端22よりも移動方向下流側に位置すると、移動方向Sに進行するにつれて、各アンテナの受信強度は、末端22よりも移動方向上流側に位置するときの減

少率よりも高い減少率で減少する。

【0051】また埋設物探知器1を用いて前述のように探査するとき、各アンテナY1、Y2は、埋設管3が各アンテナY1、Y2とねじれの位置となる部分を有していないので、各アンテナY1、Y2の受信強度は、埋設物探知器1の位置に拘わらず0である。

【0052】埋設物探知器1によって地中を探査し、各アンテナX1、X2；Y1、Y2の受信強度がこのよう
な推移をたどるとき、埋設管3が端末22を有している
ことが探知され、埋設位置を特定することができる。こ
のとき端末22は、アンテナX1の受信強度の減少率が
大きくなる位置36とアンテナX2の受信強度の減少率
が大きくなる位置37との中心位置である。この位置の
特定は、図8に示した右側に屈曲するL字状の場合と同
様にして特定される。つまり新たな測定地点における受
信強度と、その1つ前の測定地点における受信強度とを
比較し、各アンテナX1、X2の受信強度の減少率が大き
くなる位置36、37を特定して、その中心位置を特定
することができる。

【0053】このように埋設管3の形状に対応して、受
信手段2の各アンテナX1、X2；Y1、Y2の受信強度
が異なるので、埋設物探知器1を探査して埋設管3の
位置を特定するとき、埋設管3が推測される延在方向
に延びる部分3aと、延在方向とは異なる方向に延びる
部分3b、3cを有するとき、延在方向と異なる方向
に延びる部分3b、3cから放射される電磁波を、前記
1つのアンテナであるアンテナX1以外の残余のアンテ
ナのうち少なくとも1つのアンテナ、本形態ではアンテ
ナY1、Y2によって受信して、前記延在方向と異なる
方向に延びる部分3b、3cを探知することができる。
したがって埋設管3が推測される延在方向とは異なる方
向に延びる部分3b、3cを有する場合であっても、こ
の部分3b、3cを探知漏れすることなく、確実に探知
することができる。

【0054】また相互に直交するX方向およびY方向の
指向特性を有するアンテナX1、X2；Y1、Y2をそ
れぞれ備えており、埋設管3が存在すると推測される仮
想平面、本形態では地表面と、XY平面とが平行とな
り、かつ2つのアンテナのうちいずれか一方のアンテナ
であるアンテナX1による電磁波の受信強度が最も高く
なる方向に埋設物探知器1を向ける。この状態で、埋設
物探知器1を用いて地中を探査することによって、埋設
管3が推測される延在方向に対して直交する方向に延び
る部分3b、3cを有する場合、たとえば図6(1)～
図6(3)に示すような埋設管3がT字状またはL字状
を成す場合に、このような埋設物を迅速かつ容易に探知
することができる。

【0055】また同一方向の指向特性を有する少なくと
も2つのアンテナ、X方向の指向特性を有する2つのアン
テナX1、X2、およびY方向の指向特性を有する2

つのアンテナY1、Y2をそれぞれ備える。これによっ
て埋設管3および各アンテナX1、X2；Y1、Y2を
XY平面に投影したときに、図6(4)に示すように、
各アンテナX1、X2間に、埋設管3の端部である端末
22が位置するとき、2つのアンテナのうちいずれか一
方、ここではアンテナX1は電磁波を高い受信強度で受
信し、いずれか他方、ここではアンテナX2は電磁波を
アンテナX1の受信強度を大きく下回る低い受信強度で
受信する。これによって埋設管3の端末22を確実に探
知することができる。また推測される延在方向とは異な
る方向に延びる部分3a、3bについても同様であっ
て、図6(1)および図6(2)に示すように、各アン
テナX1、X2間に、部分3aの端部が位置するとき、
2つのアンテナのうちいずれか一方、ここではアンテナ
X1は電磁波を高い受信強度で受信し、いずれか他方、
ここではアンテナX2は電磁波をアンテナX1の受信強
度を大きく下回る低い受信強度で受信し、また各アンテ
ナY1、Y2間に、部分3b(または部分3c)の端部
が位置するとき、2つのアンテナのうちいずれか一方、
ここではアンテナY2(またはアンテナY1)は電磁波
を高い受信強度で受信し、いずれか他方、ここではアン
テナY1(またはアンテナY2)は電磁波を受信アンテ
ナY2(またはアンテナY1)の受信強度を大きく下回
る受信強度で受信する。したがって埋設管3の端末2
2、屈曲位置20、および分岐位置21を確実に特定す
ることができる。

【0056】図9は、埋設物探知器1を用いて埋設管3
の埋設深さHを測定する手順を説明するための図であ
る。前記仮想平面と平行とされる地表面と、前記XY平
面とが平行となり、かつX方向およびY方向の指向特性
を有するアンテナのうちいずれか1つ、本形態ではアンテ
ナX2による電磁波の受信強度が最も高くなり、さらに
Z方向の指向特性を有するアンテナZが受信する受信強
度が0となる状態に埋設物探知器1を向ける。この状態
から埋設物探知器1を埋設物の延在方向と直交する移動
方向SにXY平面に平行に移動させ、アンテナX2による
電磁波の受信強度が最も高くなり、かつアンテナZに
よる電磁波の受信強度が0となる第1位置40と、アン
テナXとアンテナZとの電磁波の受信強度が等しくなる
第2位置41とを特定する。

【0057】第1位置40は、埋設管3からXY平面に
垂直に向かう方向にあり、第2位置41は、第1位置か
らXY平面に平行に移動した位置であり、第1位置40
および埋設管3を結ぶ方向と、第1および第2位置4
0、41を結ぶ方向とは、直交している。さらに第2位
置41は、埋設管3からXY平面に対して角度 $\theta = 45^\circ$
を成す方向にある。これによって埋設管3、第1位置
40および第2位置41は、埋設管3および第2位置4
1を結ぶ線分を斜辺とする直角二等辺三角形の頂点にそ
れぞれ存在する。したがって第1および第2位置40、

41間の距離Dは、第1位置40から埋設管3までの距離Hと等しくなり、第1および第2位置40、41間の距離Dを測定することによって、埋設管3の埋設深さHを求めることができる。第1および第2位置40、41間の距離Dは、車輪17の回転数から求めることができる。第1位置40から第2位置41に向かって埋設物探知器1を移動させると、各アンテナX2、Zの受信強度は、図10に示すような推移をたどる。各アンテナX2、Zによる受信強度が一致した位置が第2位置41である。

【0058】図11は本発明の実施の他の形態の埋設物探知器1Aが備える受信手段2Aの主要な構成を示す正面図であり、図12は図11の上側から見た受信手段2Aの主要部分の平面図である。埋設物探知器1Aは、図1～図10に示す上述の形態の埋設物探知器1と類似の構成を有しており、埋設物探知器1と異なる構成を有する部分についてだけ説明し、同様の構成を有する部分は、埋設物探知器1と同一の参照符号を付して説明を省略する。本形態の埋設物探知器1Aの受信手段2Aは、上述の形態の2つのアンテナY1、Y2に代えて、1つのアンテナYAを有している。このアンテナYAは、上述のアンテナY1、Y2と同様に、バーアンテナであって、Y軸に平行な軸線Ly aを有し、Y方向の指向特性を有している。アンテナYAは、軸線Ly aを各アンテナX1、X2の中心を通る直線と一致させて、アンテナX2よりの位置に設けられている。

【0059】図13は、図6に示すような形状の埋設管3を探知したときの各アンテナX1、X2；YAによる受信強度の推移の一例を示す図である。図13は、埋設管3の推測される延在方向に延びる部分3aの移動方向S上流側で電圧が印加されている場合を示し、その横軸は移動方向Sに関する埋設管3に対する埋設物探知器1Aの位置を示し、縦軸は、各アンテナX1、X2；YAの受信強度を示す。

【0060】図6(1)および図6(2)に示すように、埋設管3が、推測される延在方向に延びる部分3aと、この部分3aの移動方向Sの端部から移動方向Sに対して左右いずれか一方の側に垂直に屈曲して延びる部分3bまたは部分3cとを有するL字状である場合に、推測される延在方向に延びる部分3aに沿って埋設物探知器1を用いて探知したときの各アンテナX1、X2；YAの受信強度は、図13(1)に示すような推移をたどる。埋設物探知器1Aを、アンテナX1、X2が埋設管3の部分3aに対して受信姿勢8を採るように向け、埋設管3の部分3aの埋設位置を特定しながら、移動方向Sに探査を進行する。このとき埋設管3の部分3aの移動方向S上流側で印加された電圧による電流は、移動方向S下流側になるにつれて減少するので、移動方向S下流側に進行するにつれて各アンテナX1、X2による受信強度は、一定の減少率で減少する。またアンテナ

X2は、アンテナX1よりも移動方向下流側に位置するので、アンテナX2の受信強度は、アンテナX1の受信強度よりも低い。各アンテナX1、X2が、屈曲位置20よりも移動方向下流側に位置すると、移動方向Sに進行するにつれて、各アンテナX1、X2の受信強度は、屈曲位置20から移動方向上流側に位置するときの減少率よりも高い減少率で減少する。

【0061】また埋設物探知器1Aを用いて前述のように探査するとき、埋設物探知器1Aが埋設管3の屈曲位置20に近づくと、各アンテナYAは、埋設管3の部分3bに近付き、埋設管3の部分3bからの電磁波を受信し始め、その受信強度は、屈曲位置20に近づくにつれて一定の割合で増加する。埋設物探知器1Aが埋設管3の屈曲位置20を越えると、アンテナYAは、埋設管3の部分3bから遠ざかり、その受信強度は、屈曲位置20に遠ざかるにつれて一定の割合で減少する。このときアンテナYAは、XY平面に投影したとき、埋設管3の部分3aと一致する位置にあるので、埋設管3が部分3bを有する場合と、部分3cを有する場合とにおいて、アンテナYAの受信強度は、同一の受信強度となる。

【0062】埋設物探知器1Aを用いて地中を探査し、各アンテナX1、X2；Y1、Y2の受信強度がこのような推移をたどるとき、埋設管3は、移動方向Sに対して左右いずれか一方側に屈曲するL字状であることが探知され、埋設位置を特定することができる。このとき屈曲位置20は、アンテナX1の受信強度の減少率が大きくなる位置36とアンテナX2の受信強度の減少率が大きくなる位置37との間の中心位置であり、この位置は、各アンテナYAの受信強度が最も高くなる位置である。また埋設管3が分岐していないので、屈曲位置20において、アンテナYAによる受信強度は、アンテナX2による受信強度よりも高くなる。この位置の特定は、図8に示した右側に屈曲するL字状の場合と同様にして特定することができる。

【0063】図6(2)に示すように、埋設管3が、推測される延在方向に延びる部分3aと、この部分3aの中途部から移動方向Sに対して左右いずれか一方の側に垂直に分岐して延びる部分3bまたは部分3cとを有するT字状である場合に、推測される延在方向に延びる部分3aに沿って埋設物探知器1Aを用いて探知したときの各アンテナX1、X2；YAの受信強度は、図13(2)に示すような推移をたどる。埋設物探知器1Aを、アンテナX1、X2が埋設管3の部分3aに対して受信姿勢8を採るように向け、埋設管3の部分3aの埋設位置を特定しながら、移動方向Sに探査を進行する。このとき埋設管3の部分3aの移動方向S上流側で印加された電圧による電流は、移動方向S下流側になるにつれて減少するので、移動方向S下流側に進行するにつれて各アンテナX1、X2による受信強度は、一定の減少率で減少する。またアンテナX2は、アンテナX1よりも

移動方向下流側に位置するので、アンテナ X 2 の受信強度は、アンテナ X 1 の受信強度よりも低い。埋設管 3 の電流は、分岐位置 2 1 において分岐されるので、推測される延在方向に延びる部分 3 a の電流は、分岐位置 2 1 に関して移動方向上流側と移動方向下流側とで大きく異なり、分岐位置 2 1 付近の受信強度の減少率は、残余の部位での減少率よりも大きくなる。

【0064】また埋設物探知器 1 A を用いて前述のように探査するとき、埋設物探知器 1 A が埋設管 3 の分岐位置 2 1 に近づくと、アンテナ Y A は、埋設管 3 の部分 3 b または部分 3 c に近付き、埋設管 3 の部分 3 b または 3 c からの電磁波を受信し始め、その受信強度は、分岐位置 2 1 に近づくにつれて一定の割合で増加する。埋設物探知器 1 A が埋設管 3 の分岐位置 2 1 を越えると、各アンテナ Y A は、埋設管 3 の部分 3 b または部分 3 c から遠ざかり、その受信強度は、分岐位置 2 1 から遠ざかるにつれて一定の割合で減少する。このときアンテナ Y A は、X Y 平面に投影したとき、埋設管 3 の部分 3 a と一致する位置にあるので、埋設管 3 が部分 3 b を有する場合と、部分 3 c を有する場合のいずれの場合とにおいて、アンテナ Y A の受信強度は、同一の受信強度となる。

【0065】埋設物探知器 1 A を用いて地中を探査し、各アンテナ X 1, X 2 ; Y A の受信強度がこのような推移をたどるとき、埋設管 3 は、移動方向 S に対して左右いずれか一方側に分岐する T 字状であることが探知され、埋設位置を特定する。このとき分岐位置 2 1 は、各アンテナ X 1, X 2 の受信強度の減少率が大きくなる領域の中心位置であり、この位置は、アンテナ Y A の受信強度が最も高くなる位置である。この位置の特定は、図 8 に示した右側に屈曲する L 字状の場合と同様にして特定することができる。

【0066】図 6 (3) に示すように、埋設管 3 が、推測される延在方向に延びる部分 3 a と、この部分 3 a の移動方向下流側の端部から移動方向 S に対して左右両側に垂直に分岐し、かつ一直線状に連なって延びる部分 3 b, 3 c とを有する T 字状である場合に、推測される延在方向に延びる部分 3 a に沿って埋設物探知器 1 A を用いて探査したときの各アンテナ X 1, X 2 ; Y A の受信強度は、図 13 (3) に示すような推移をたどる。埋設物探知器 1 A を、アンテナ X 1, X 2 が埋設管 3 の部分 3 a に対して受信姿勢 8 を採るように向け、埋設管 3 の部分 3 a の埋設位置を特定しながら、移動方向 S に探査が進行する。このとき埋設管 3 の部分 3 a の移動方向 S 上流側で印加された電圧による電流は、移動方向 S 下流側になるにつれて減少するので、移動方向下流側に進行するにつれて各アンテナ X 1, X 2 による受信強度は、一定の減少率で減少する。またアンテナ X 2 は、アンテナ X 1 よりも移動方向下流側に位置するので、アンテナ X 2 の受信強度は、アンテナ X 1 の受信強度よりも低

い。各アンテナ X 1, X 2 が分岐位置 2 1 よりも移動方向下流側に位置すると、移動方向 S に進行するにつれて、各アンテナの受信強度は、分岐位置 2 1 よりも移動方向上流側に位置するときの減少率よりも高い減少率で減少する。

【0067】また埋設物探知器 1 A を用いて前述のように探査するとき、埋設物探知器 1 A が埋設管 3 の分岐位置 2 1 に近づくと、アンテナ Y A は、埋設管 3 の各部分 3 b, 3 c に近付き、埋設管 3 の各部分 3 b, 3 c からの電磁波を受信し始め、その受信強度は、分岐位置 2 1 に近づくにつれて一定の割合で増加する。埋設物探知器 1 A が埋設管 3 の分岐位置 2 1 を越えると、アンテナ Y A は、埋設管 3 の各部分 3 b, 3 c から遠ざかり、その受信強度は、分岐位置 2 1 から遠ざかるにつれて一定の割合で減少する。このとき埋設管 3 は、各部分 3 b, 3 c が部分 3 a の左右両側に位置しているので、電流は各部分 3 b, 3 c に分割して流れるので、部分 3 a よりも大きく減少する。したがって分岐位置 2 1 において、アンテナ Y A による受信強度は、アンテナ X 2 による受信強度よりも低くなる。

【0068】埋設物探知器 1 A を用いて探査し、各アンテナ X 1, X 2 ; Y A の受信強度がこのような推移をたどるとき、埋設管 3 は、移動方向 S に対して左右両側に分岐する T 字状であることが探知され、埋設位置を特定することができる。このとき分岐位置 2 1 は、アンテナ X 1 の受信強度の減少率が大きくなる位置 3 6 とアンテナ X 2 の受信強度の減少率が大きくなる位置 3 7 との中心位置であり、この位置は、アンテナ Y A の受信強度が最も高くなる位置である。この位置の特定は、図 8 に示した右側に屈曲する L 字状の場合と同様にして特定することができる。

【0069】図 6 (4) に示すように埋設管 3 が、推測される延在方向に延びる部分 3 a だけを有し、端末 2 2 が存在する場合に、推測される延在方向に延びる部分 3 a に沿って埋設物探知器 1 A を用いて探査したときの各アンテナ X 1, X 2 ; Y A の受信強度は、図 13 (4) に示すような推移をたどる。埋設物探知器 1 A を、アンテナ X 1, X 2 が埋設管 3 の部分 3 a に対して受信姿勢 8 を採るように向け、埋設管 3 の部分 3 a の埋設位置を特定しながら、移動方向 S に探査を進行する。このとき埋設管 3 の部分 3 a の移動方向 S 上流側で印加された電圧による電流は、移動方向 S 下流側になるにつれて減少するので、移動方向下流側に進行するにつれて各アンテナ X 1, X 2 による受信強度は、一定の減少率で減少する。またアンテナ X 2 は、アンテナ X 1 よりも移動方向下流側に位置するので、アンテナ X 2 の受信強度は、アンテナ X 1 の受信強度よりも低い。各アンテナ X 1, X 2 が端末 2 2 よりも移動方向下流側に位置すると、移動方向 S に進行するにつれて、各アンテナの受信強度は、端末 2 2 よりも移動方向上流側に位置するときの減少率

よりも高い減少率で減少する。

【0070】また埋設物探知器 1 A が前述のように探査されるとき、アンテナ Y A は、埋設管 3 がアンテナ Y A とねじれの位置となる部分を有していないので、アンテナ Y A の受信強度は、埋設物探知器 1 A の位置に拘わらず 0 である。

【0071】埋設物探知器 1 A を用いて探査し、各アンテナ X 1, X 2 ; Y A の受信強度がこのような推移をたどるとき、埋設管 3 が端末 2 2 を有していることが探知され、埋設位置を特定することができる。このとき端末 2 2 は、アンテナ X 1 の受信強度の減少率が大きくなる位置 3 6 とアンテナ X 2 の受信強度の減少率が大きくなる位置 3 7 との中心位置である。この位置の特定は、図 8 に示した右側に屈曲する L 字状の場合と同様にして特定することができる。つまり新たな測定地点における受信強度と、1 つ前の測定地点における受信強度とを比較し、各アンテナ X 1, X 2 の受信強度の減少率が大きくなる位置 3 6, 3 7 を特定して、その中心位置を特定することができる。

【0072】このように埋設物探知器 1 A は、埋設管 3 の形状に対応して、受信手段の各アンテナ X 1, X 2 ; Y A の受信強度が異なるので、埋設物探知器 1 A を探査して埋設管 3 の位置を特定するときに、埋設管 3 が推測される延在方向に延びる部分 3 a と、延在方向とは異なる方向に延びる部分 3 b, 3 c を有するときに、延在方向と異なる方向に延びる部分 3 b, 3 c から放射される電磁波を、前記 1 つのアンテナであるアンテナ X 1 以外の残余のアンテナのうち少なくとも 1 つのアンテナ Y A によって受信して、前記延在方向と異なる方向に延びる部分 3 b, 3 c を探知することができる。したがって埋設管 3 が推測される延在方向とは異なる方向に延びる部分 3 b, 3 c を有する場合であっても、この部分 3 b, 3 c を探知漏れすることなく、確実に探知することができる。また埋設管 3 の埋設深さは、埋設物探知器 1 と同様の手順によって測定することができる。

【0073】本発明の実施の他の形態として、上述の各形態において、各アンテナ X 1, X 2 ; Y 1, Y 2 ; Z のうちいずれか 1 つ、または各アンテナ X 1, X 2 ; Y A ; Z のうちいずれか 1 つのアンテナは、指向特性の方向を任意に変更することができる構成であってもよい。また上述の各形態において、受信手段 2, 2 A は、各アンテナ X 1, X 2 ; Y 1, Y 2 ; Z に加えて、または各アンテナ X 1, X 2 ; Y A ; Z に加えて、指向特性の方向を任意に変更することができるアンテナを備えるようにしてもよい。

【0074】このように構成することによって、埋設管 3 の延在方向と異なる方向に延びる部分が探知されたときに、この指向特性の方向を任意に変更することができるアンテナの指向特性の方向を変更操作し、その延在方向とは異なる方向に延びる部分からの電磁波の受信強度

が最も高くなる指向特性の方向を特定することによって、この延在方向とは異なる方向に延びる部分の延びる方向を推測することができる。また推測される埋設管 3 の延在方向に探査して埋設管 3 の埋設位置を特定するにあたって、前記延在方向に対して所定の角度を成して延びる部分が存在することが予め予測される場合には、その部分からの電磁波の受信強度が最も高くなる方向に指向特性を変更した後に探査することによって、その異なる方向に延びる部分を確実に探知することができる。埋設管 3 が延在方向に対して直行する方向以外の方向に延びる部分を有する場合、たとえば Y 字状である場合、直角以外の方向に屈曲または湾曲する場合などに、確実に、迅速かつ容易に埋設位置を特定することができる。

【0075】また本発明の実施の他の形態として、埋設管 3 に電流を生じさせるために、埋設管 3 に直接電源を接続するのではなく、埋設物探知器 1, 1 A に送信器を内蔵して埋設管 3 に向けて電磁波を送信し、電磁誘導によって電流を生じさせるようにしてもよい。このような場合には、埋設管 3 が接続部で、ゴムなどの電気絶縁性材料から成るパッキンなどを利用して接続され、この接続部で電流が遮断される構成である場合にも、埋設物探知器 1, 1 A からの電磁波によって埋設管 3 に電流を生じさせることができるので、埋設管 3 を確実に探知することができる。この電磁誘導を利用する場合には、ガス管などの探査も可能である。また据置き形式の送信器を用いるようにしてもよい。

【0076】また上述の埋設物探知器 1, 1 A の構成に限られることはなく、たの構成に変更することが可能であって、たとえば各アンテナの数および配置位置を変更することが可能であることは言うまでもなく、またアンテナとして、ループアンテナなどのこの形式のアンテナを用いるようにしてもよい。一例を挙げると、図 1 に仮想線で示すようにアンテナ Z を各アンテナ X 1, X 2 間であり、かつ各アンテナ Y 1, Y 2 間の位置 5 0 に配置してもよく、上述の形態と同様に埋設物である埋設管 3 を探知することができる。また他の例を挙げると、Z 方向の指向特性を有するアンテナを X 軸方向に間隔をあけて 2 つ備える構成としてもよく、このような場合には、図 9 を参照して説明したような深度測定を一度行うだけで Z 方向の 2 つのアンテナの受信強度からその位置における埋設管 3 の地表面に対する傾斜方向を求めることも可能になる。

【0077】さらに、埋設物探知器 1, 1 A は、ガス管などの他の埋設管、ロケーティングワイヤなどの埋設物を探知するために用いてもよく、また地中に限らず、建築物中などの他の隠蔽場所に埋設される埋設物を探知するために用いてもよい。このような場合でも、埋設物が導体から成る場合には、同様に探知が可能である。

【0078】

【発明の効果】以上のように本発明によれば、隠蔽場所

の埋設物を探知するための埋設物探知器は、指向特性の方向が相互に異なる複数の受信アンテナを有している。埋設物には、たとえば電源が直接接続されて直接的に、または電磁誘導によって間接的に電流が発生され、この電流によって埋設物から電磁波が放射される。この電磁波を各受信アンテナは受信することができる。各受信アンテナは、相互に異なる方向に指向特性をそれぞれ有しており、埋設物からの電磁波を受信するとき、各受信アンテナが受信する電磁波の受信強度は、各受信アンテナの指向特性の方向に依存して異なる。このような受信手段を備える埋設物探知器を用いて、地中および建築物中などの隠蔽場所を探索することによって、金属製の管およびロケーティングワイヤなどの埋設物を探知することができる。このとき各受信アンテナが相互に異なる方向に指向特性を有しているため、埋設物と埋設物探知器との位置関係によって埋設物を探知することができない不具合を防止することができる。

【0079】測定地点における埋設物の存在を推定した状態で、各受信アンテナのうちの任意の1つの受信アンテナによる電磁波の受信強度が最も高くなる方向に埋設物探知器を向けて、埋設物の延在方向を推測することができる。この状態で、推測される埋設物の延在方向に沿って埋設物探知器を移動させながら地中を探索して、埋設物の埋設位置を特定することができる。埋設物探知器は、前述のような複数の受信アンテナを有しているため、このように埋設物探知器を移動させながら地中を探索して埋設物の位置を特定するときに、埋設物が推測される延在方向に延びる部分と、延在方向とは異なる方向に延びる部分とを有する場合にも、延在方向と異なる方向に延びる部分から放射される電磁波を、埋設物探知器の向きを変えることなく前記1つの受信アンテナ以外の残余の受信アンテナのうち少なくとも1つの受信アンテナによって受信して、前記延在方向と異なる方向に延びる部分を探知することができる。したがって埋設物が推測される延在方向とは異なる方向に延びる部分を有する場合であっても、この延在方向と異なる方向に延びる部分を探知漏れすることなく、確実にかつ容易に探知することができる。

【0080】また本発明によれば、相互に直交するX方向およびY方向の指向特性を有する受信アンテナをそれぞれ備えている。埋設物が存在すると推測される仮想平面、たとえば地表面などの隠蔽場所の表面に平行な仮想平面と、X方向およびY方向を含むXY平面とが平行となり、かつ2つの受信アンテナのうちいずれか一方の受信アンテナ、たとえばX方向（またはY方向）の指向特性を有する受信アンテナによる電磁波の受信強度が最も高くなる方向に埋設物探知器を向ける。この状態で、埋設物探知器を用いて地中を探索することによって、埋設物が推測される延在方向に対して直交する方向に延びる部分を有する場合、たとえば埋設物がT字状またはL字

状を成す場合に、このような埋設物を迅速かつ容易に探知することができる。

【0081】また本発明によれば、X方向およびY方向とそれぞれ直交するZ方向の指向特性を有する受信アンテナを備えている。埋設物が存在すると推測される前記仮想平面と、前記XY平面とが平行となり、かつX方向およびY方向のうちいずれか一方、たとえばX方向（またはY方向）の指向特性を有する受信アンテナによる電磁波の受信強度が最も高くなり、さらにZ方向の指向特性を有する受信アンテナが受信する埋設物からの受信強度が0となる方向に埋設物探知器を向ける。この状態から埋設物探知器を埋設物の延在方向と直交する方向にXY平面に平行に移動させ、いずれか一方の受信アンテナによる電磁波の受信強度が最も高くなり、かつZ方向の指向特性を有する受信アンテナによる電磁波の受信強度が0となる第1位置と、前記いずれか一方の受信アンテナとZ方向の指向特性を有する受信アンテナとの電磁波の受信強度が等しくなる第2位置とを特定する。

【0082】第1位置は、埋設物からXY平面に垂直に向かう方向にあり、第2位置は、第1位置からXY平面に平行に移動した位置であり、第1位置および埋設物を結ぶ方向と、第1および第2位置を結ぶ方向とは、直交している。さらに第2位置は、埋設物からXY平面に対して角度45°を成す方向にある。これによって埋設物、第1位置および第2位置は、埋設物および第2位置を結ぶ線分を斜辺とする直角二等辺三角形の頂点にそれぞれ存在する。したがって第1位置から埋設物までの距離は、第1および第2位置間の距離と等しくなり、第1および第2位置間の距離を測定することによって、埋設物の埋設深さを特定することができる。

【0083】また本発明によれば、同一方向の指向特性を有する少なくとも2つの受信アンテナを備える。これら2つの受信アンテナ間から、これら2つの受信アンテナを含む仮想平面に対して直交する方向に埋設物の端部が位置するとき、これら2つの受信アンテナによる受信強度の間には、大きな差が生じる。これによって埋設物の端部を確実に探知することができる。このような埋設物の端部の探知は、推測される延在方向とは異なる方向に延びる部分についても同様である。これによって、これら2つの受信アンテナを、推測される延在方向に延びる部分からの電磁波を受信できる状態に埋設物探知器を配置したときには、この部分の端部を特定し、またこの延在方向とは異なる方向に延びる部分からの電磁波を受信できる状態に埋設物探知器を配置したときには、この部分の端部を特性することができる。したがって、埋設物の端部、屈曲位置、および分岐位置を確実に特定することができる。

【0084】特に請求項2記載の発明の構成において、X方向およびY方向のうちいずれかの方向の指向特性を有する受信アンテナを少なくとも2つ備えることによ

て、埋設物がT字状およびL字状であるときに、埋設物の埋設位置を特定しやすい。さらにX方向およびY方向の両方向に指向特性を有する各受信アンテナを少なくとも2つずつ備える構成とすることによって、埋設物がT字状およびL字状であるときに、埋設物の埋設位置を確実かつ容易に特定することができる。

【0085】さらに本発明によれば、指向特性の方向を任意に変更することができる受信アンテナを備えている。前記推測される埋設物の延在方向に埋設物探知器を移動させながら地中を探索して埋設物の埋設位置を特定するにあたって、前記推測される埋設物の延在方向と異なる方向に延びる部分が探知されたときに、この指向特性の方向を任意に変更することができる受信アンテナの指向特性の方向を変更操作し、前記異なる方向に延びる部分からの電磁波の受信強度が最も高くなる指向特性の方向を特定することによって、この異なる方向に延びる部分の延びる方向を推測することができる。また前記推測される埋設物の延在方向に延びる部分の埋設位置を特定するにあたって、前記延在方向に対して所定の角度を成して延びる部分が存在することが予め予測される場合には、その部分からの電磁波の受信強度が最も高くなる方向に指向特性を変更した後に埋設物探知器を移動させながら地中を探索することによって、その異なる方向に延びる部分を確実に探知することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の一形態の埋設物探知器1が備える受信手段2の主要な構成を示す正面図である。

【図2】図1の上側から見た受信手段2の主要な構成を示す平面図である。

【図3】埋設物探知器1を示す斜視図である。

【図4】バーアンテナの指向特性を説明するための図で*

*ある。

【図5】バーアンテナの指向特性を説明するための図である。

【図6】埋設管3の形状と各アンテナX1、X2；Y1、Y2の受信強度との関係の一例を説明するための図である。

【図7】埋設管3を探知したときの各アンテナX1、X2；Y1、Y2の受信強度の推移の一例を示す図である。

10 【図8】埋設管3の屈曲位置20を特定する手順を説明するための図である。

【図9】埋設管3の埋設深さを特定する手順を説明するための図である。

【図10】埋設管3の埋設深さを特定する探索をしたときの各アンテナX2、Zの受信強度の推移の一例を示す図である。

【図11】本発明の実施の他の形態の埋設物探知器1Aの受信手段2Aの主要な構成を示す正面図である。

20 【図12】図11の上側から見た埋設物探知器1Aの受信手段2Aの主要な構成を示す平面図である。

【図13】図6に示すような形状の埋設管3を探知したときの各アンテナX1、X2；YAによる受信強度の推移の一例を示す図である。

【符号の説明】

1、1A 埋設物探知器

2、2A 受信手段

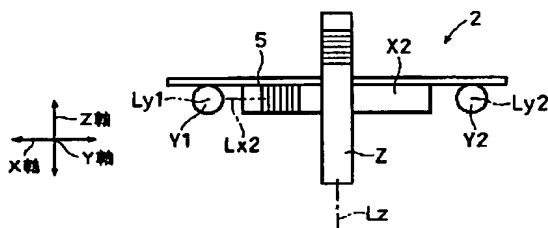
3 ガス管

15 処理手段

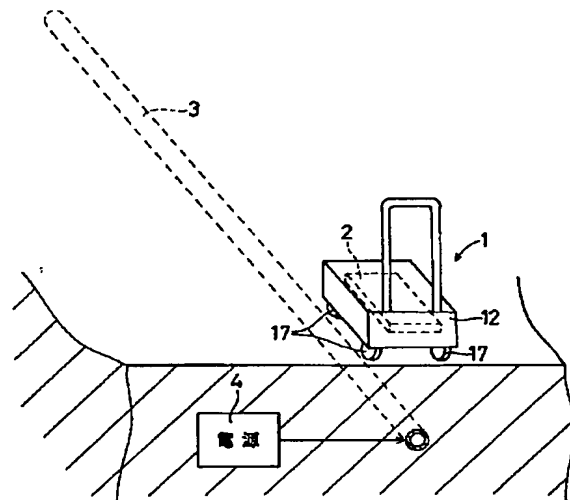
16 表示手段

30 X1、X2；Y1、Y2；Z；YA 受信アンテナ

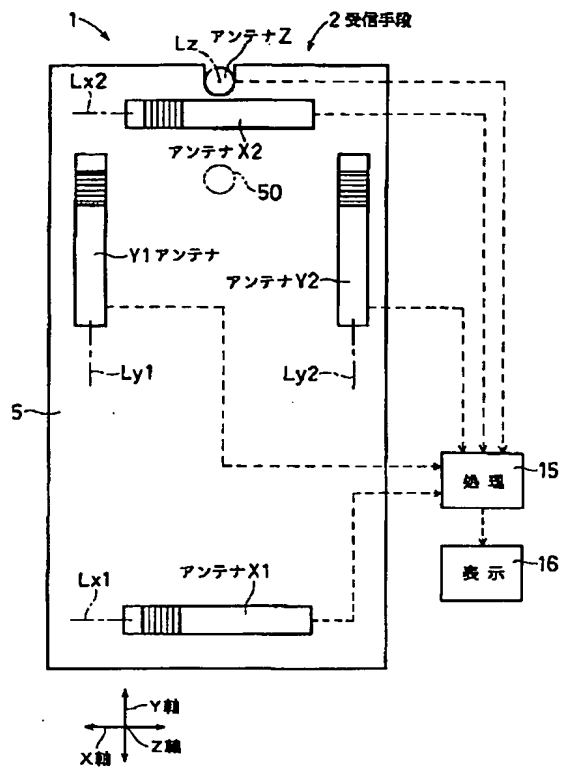
【図2】



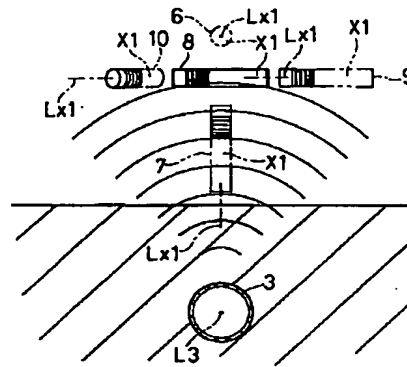
【図3】



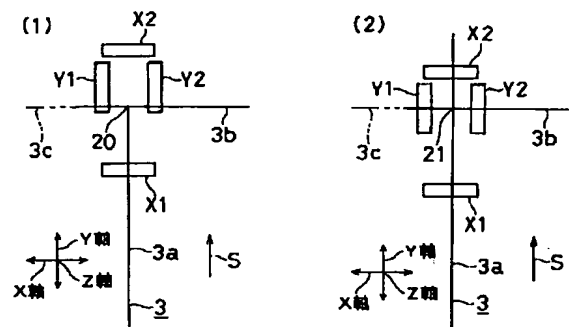
【図1】



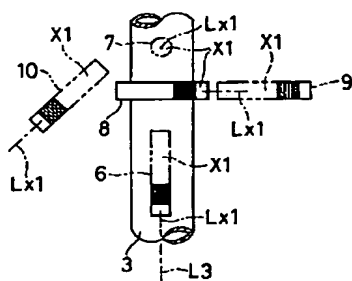
【図4】



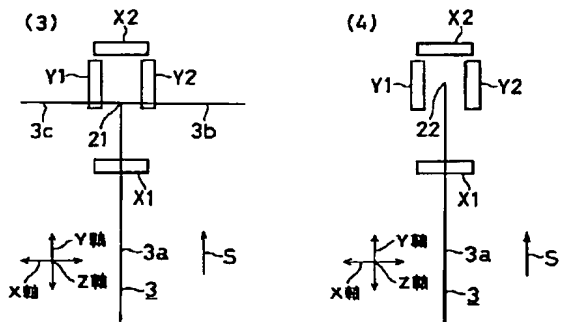
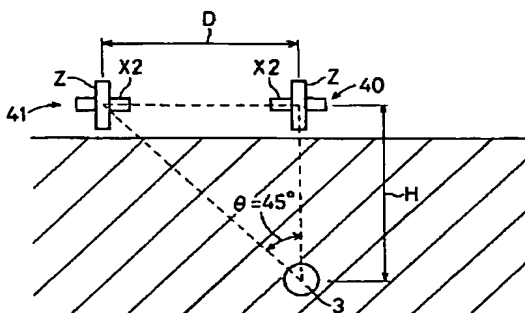
【図6】



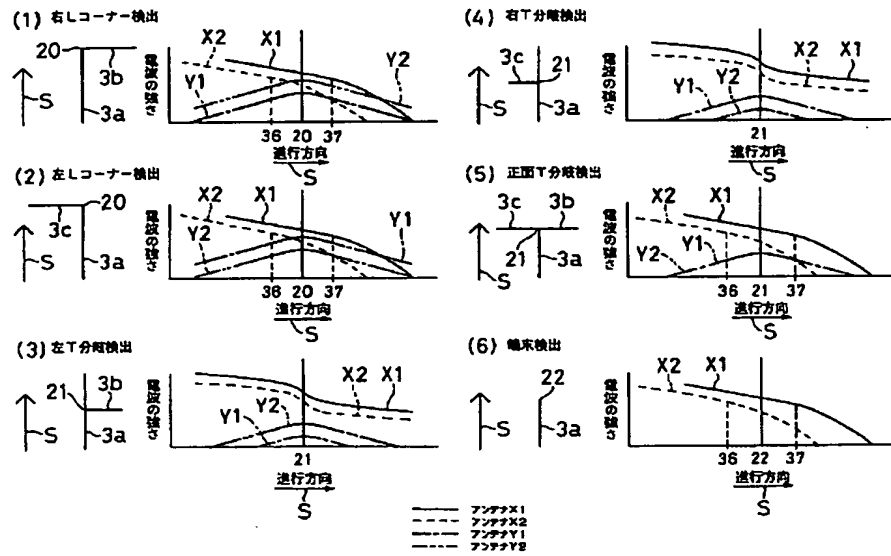
【図5】



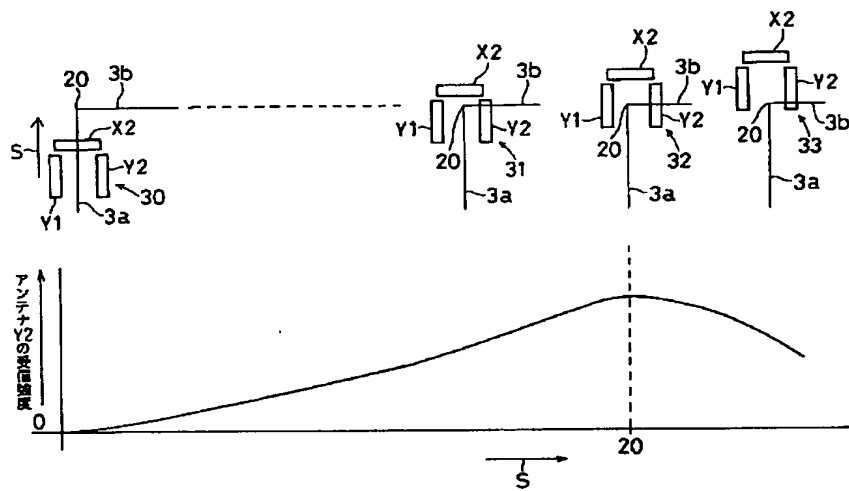
【図9】



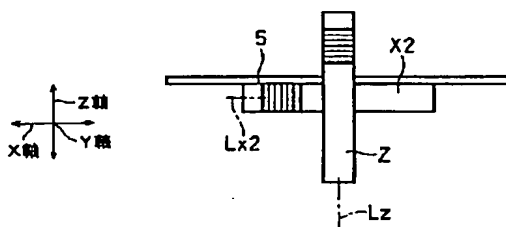
【図7】



【図8】

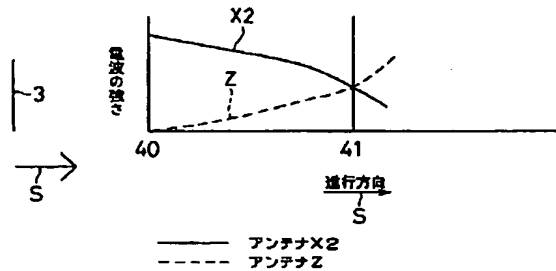


【図12】

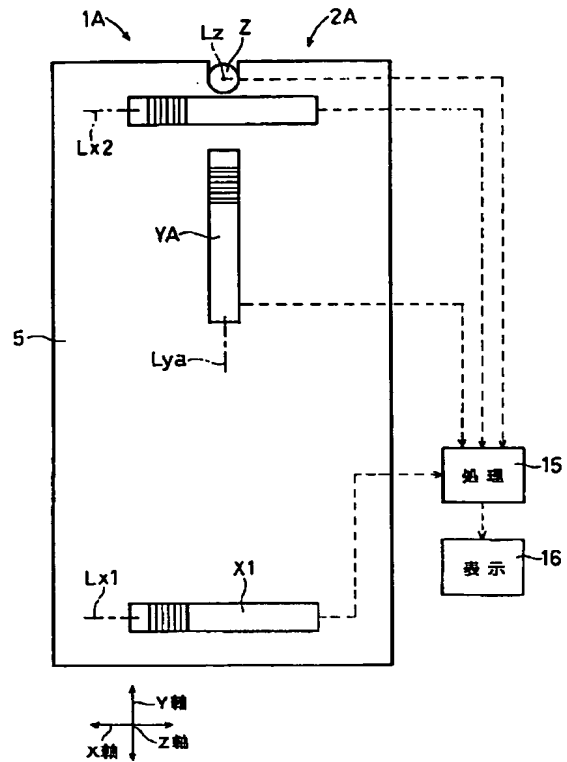


【図10】

深度検出

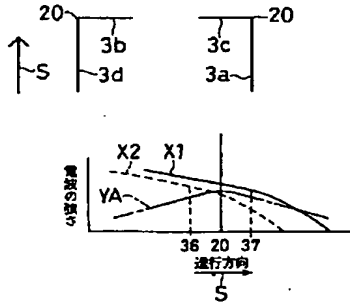


【図11】

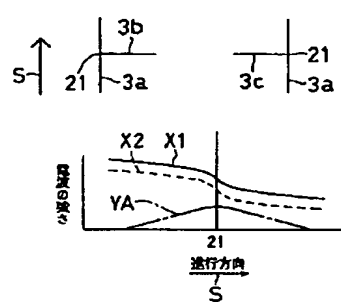


【図13】

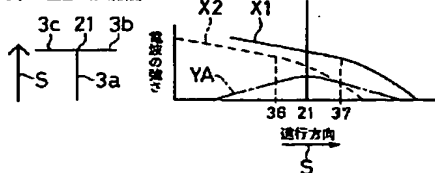
(1) 右コーナー検出 or 左コーナー検出



(2) 右T分岐検出 or 左T分岐検出



(3) 正面T分岐検出



(4) 端検出

